
Н. В. Крутских, О. В. Лазарева

ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПЫЛЬЦЫ *ALNUS INCANA* КАК ПАЛИНОИНДИКАТОРА СОСТОЯНИЯ КОМПОНЕНТОВ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Актуальность геоэкологических исследований в пределах урбанизированных территорий в настоящее время не вызывает сомнений. Ведущая роль в загрязнении компонентов природной среды принадлежит промышленным предприятиям, расположенным в городе или в непосредственной близости от него. Ежегодно промышленные предприятия городов выбрасывают в атмосферу около миллиарда тонн загрязняющих веществ. Велика роль автотранспорта в общем загрязнении среды. Так, выбросы от автотранспорта достигают миллионов тонн. Износ колес, тормозных колодок, самого дорожного полотна и применение антигололедных средств являются одними из значимых факторов поступления тяжелых металлов и других химических элементов в почву, особенно в придорожных районах города (Кайгородов и др., 2010). Почвенное загрязнение характеризуется низким уровнем самоочистки, и негативное воздействие на биотическую компоненту экосистемы растягивается на очень длительное время. Использование антигололедных средств, пыль которых представляет опасность для здоровья человека, несвоевременная уборка в городе на дорогах также негативно воздействуют на окружающую среду.

Возрастающий с каждым годом автомобильный парк города, поступление в атмосферу, почвы, грунтовые и поверхностные воды огромного количества загрязняющих веществ – все это причины реакции растений на внешние факторы, выражающейся в ухудшении качества пыльцевых зерен (Дзюба, 2006). Одним из методов определения экологической безопасности среды, удобным для применения в городе, является палиноиндикация, представляющая собой изучение реакции пыльцы высших растений на внешнее воздействие окружающей среды. Пыльца растений, в отличие от других живых организмов, быстрее реагирует на загрязнения и может служить надежным биоиндикатором. При выборе объекта исследований важно учитывать его реакцию на комплексное воздействие загрязнителей. Кроме того, биомониторинг позволяет обнаруживать негативные изменения даже

при малых концентрациях загрязняющих веществ, а также определять скорость воздействия негативных факторов и давать прогноз развития данной территории с точки зрения экологии. Для этого используется анализ, основанный на определении процента стерильности и тератоморфности (уродливости) пыльцевых зерен.

Морфологическая изменчивость пыльцевых зерен зависит от воздействия таких антропогенных факторов, как пожары, радиация, повышенная концентрация тяжелых металлов и пестицидов и других вредных веществ. Как правило, количество измененных пыльцевых зерен значительно увеличивается вблизи и на территории крупных промышленных центров.

Территория города Петрозаводска, являющегося промышленным городом, испытывает значительную техногенную нагрузку. При этом в неблагоприятных условиях обитания (загрязнение атмосферы, почв, грунтовых вод) растение продуцирует большое количество стерильных, не способных к прорастанию, а также тератоморфных зерен, в то время как в экологически чистых (фоновых) условиях количество их мало, что можно считать физиологической нормой для данного растения. Факторы окружающей среды, такие как запыленность воздуха, температура и влажность воздуха, наличие ветра и облачности, также определяют качество пыльцы.

С целью выбора более надежного вида для палиноиндикации весной 2013 г. по периметру города Петрозаводска, а также из условно фоновых районов было отобрано 18 образцов пыльцы ольхи серой (*Alnus incana*). Этот вид ольхи произрастает как в искусственных насаждениях, так и в естественных, встречается повсеместно, его биология хорошо изучена (Лантратова, 1991). К основным задачам исследования относятся:

- определение воздействия аэрополллютантов на пыльцу древесных растений в весенний период,
- изучение доли участия ветра в переносе загрязняющих веществ,
- анализ влияния состояния литогенной основы на качество пыльцы.

Пыльники отбирались с юго-восточной стороны дерева с нескольких веток и фиксировались в 70% спирте. Окрашивание препарата происходило по йодной методике, которая основана на окрашивании внутреннего содержимого пыльцевого зерна йодом (Пау-

шева, 1988). Фертильные зерна окрашиваются в яркий темно-фиолетовый цвет, стерильные окрашиваются не полностью либо остаются прозрачными. Производился подсчет более 2000 пыльцевых зерен. Данные исследований представлены на диаграмме (рис. 1).

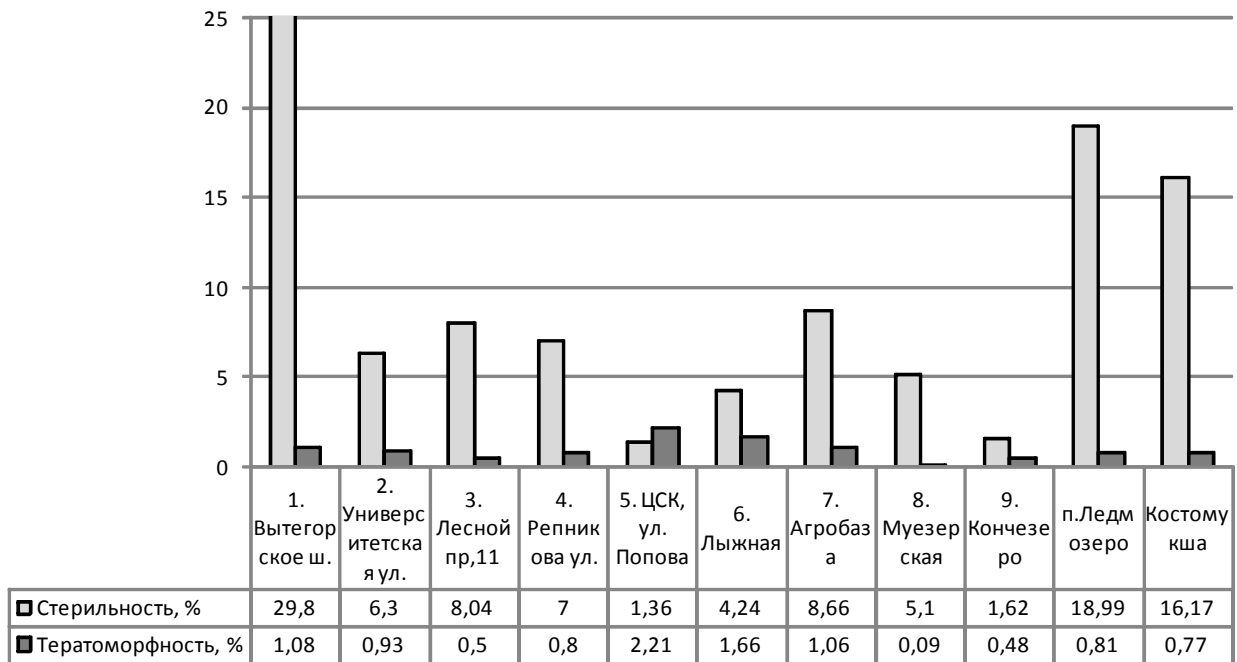


Рис. 1. Результаты палинологического анализа ольхи серой за 2013 г.

При выборе ольхи серой в качестве палиноиндикатора учитывалось, что это первое цветущее дерево в весенний период, когда определяется значимое техногенное воздействие на генеративную сферу растений за счет отсутствия естественного природного барьера из листвы деревьев. Ольха серая цветет в марте – апреле, до распускания листьев и на 1–2 недели раньше, чем ольха клейкая. Она одна из первых принимает на себя все техногенное воздействие. Также весомым моментом в этот период является не только аэротехногенное воздействие, но и влияние почвенного загрязнения, увеличивающегося за счет привноса элементов из тающего снегового покрова. Для сравнения: шиповник морщинистолыственный (*Rosa rugosa*), исследования пыльцы которого проводятся с 2010 г., цветет в середине лета, после того как появляется листва на кустах и окружающих деревьях.

В связи с тем что образцы пыльцы ольхи серой взяты для палиноиндикации с деревьев, расположенных преимущественно на рекреационных и техногенно не нагруженных территориях, уровень стерильности и тератоморфности пыльцы для них не превышает значимых пределов, условно определенных в 10 и 5% соответственно для каждого показателя. Тем не менее наибольшее воздействие демонстрирует образец с Вытегорского шоссе вблизи второй площадки ОТЗ. Здесь количество стерильных пыльцевых зерен составляет 29,8% по сравнению с кон-

трольным 1,6%, отобранном в экологически чистой лесной полосе. Это объясняется непосредственной близостью автодороги, используемой как легковым, так и грузовым транспортом, наличием большого количества минеральных частиц и частиц сажи в образце. Два образца, отобранных в городе, на территориях гаражных кооперативов на Лесном проспекте и агробазе, имеют показатели стерильности 8,0 и 8,7% соответственно. В образце с ул. Попова в районе «ЦСК» количество стерильных зерен минимально – 1,4%, что, скорее, объясняется расположением дерева – отдельностоящего, проветриваемого со всех сторон, однако именно в этом образце отмечено наибольшее количество тератоморфных зерен – 2,2% – по сравнению с остальными отобранными в черте города. В фоновом образце их количество составляет 0,48% пыльцевых зерен. В образцах, отобранных с деревьев в п. Ледмозеро и г. Костомукше, значения стерильности 18,99 и 16,2% соответственно. В первом случае это объясняется тем, что пыльца была отобрана с деревьев, находящихся в пределах поселковой придорожной свалки в 2 км от населенного пункта. Мусор здесь утилизируют путем сжигания. Во втором случае образец был отобран на выезде из г. Костомукши и вблизи железной дороги.

По данным архива погоды (r5.ru) в апреле – июне, во время цветения ольхи, доминирующими были ветра восточного и западного направлений (рис. 2). Ветра восточного направления приносят с собой

ливневые длительные дожди, которые предположительно снижают показатель стерильности пыли, уменьшая запыленность воздуха и таким образом количество аэрополлютантов в нем. Западный перенос воздушных масс устанавливает на территории г. Петрозаводска малооблачную погоду или отсутствие дождей.

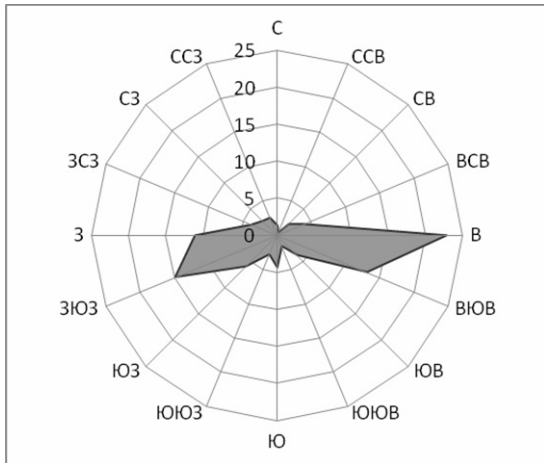


Рис. 2. Роза ветров с 1 апреля по 1 июня 2013 г.

В связи тем что образцы взяты преимущественно на периферии города, где концентрации элементов в компонентах среды незначительно превышают фоновые значения, нельзя однозначно выявить и определить зависимости влияния на данные показатели загрязнения почвенного покрова. Однако имеется некоторая вариабельность в полученных значениях. Почвы в пределах изучаемых участков характеризуются преимущественно низким уровнем загрязнения. Ранее (Рыбаков, 2013) для г. Петрозаводска методом кластерного анализа выявлены ассоциации химических элементов в почвах, указывающие на их совместное поступление. Так, основная группа элементов, отражающая поступление от стационарных и мобильных источников сжигания топлива, включает Pb-Zn-Sb-Sn. Как показывают различные исследования, элементам этой ассоциации на различных урбанизированных территориях свойственны высокие концентрации. На исследуемых участках их наиболее высокие содержания наблюдаются в точках № 4, 6 и 8. Однако по превышению предельно допустимых концентраций эти зоны характеризуются низким уровнем загрязнения (ПДК < 1,5), и образцы пыли для проб не отличаются высокими показателями стерильности и тератоморфности (рис. 3, А).

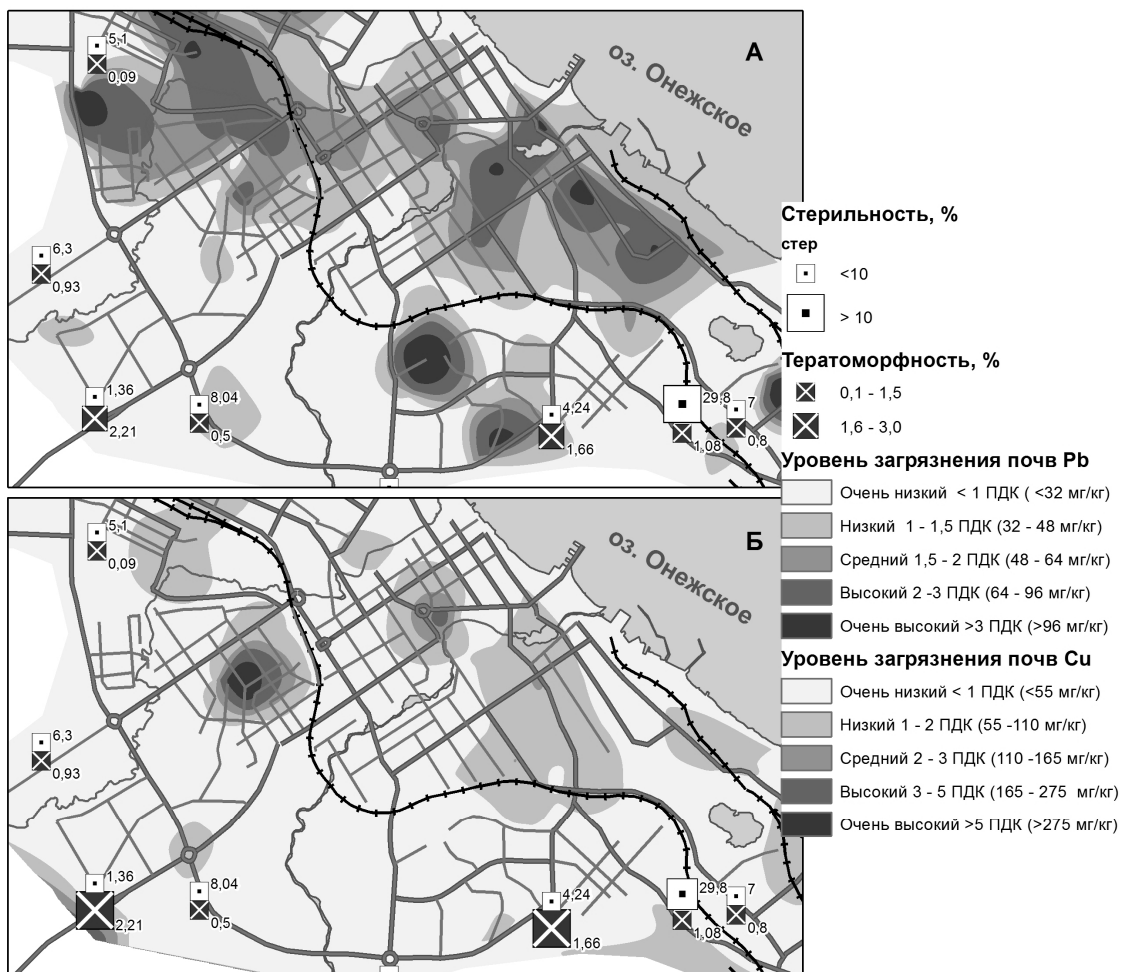


Рис. 3. Загрязнение почв Pb (А) и Cu (Б) и состояние пыли ольхи серой в г. Петрозаводске

С одной стороны, это можно трактовать как отсутствие линейных взаимосвязей между этими показателями, а с другой стороны, это объясняется концентрациями, не достаточными для значимого воздействия на генеративную сферу растения. Другая ассоциация элементов, включающая Co-V-Cd-Mn-Cu, отражает их использование в сплавах. Они поступают в компоненты природной среды путем истирания различных агрегатов, сделанных из этих сплавов. Другими словами, высокие концентрации названных элементов означают наличие рабочей техники на этих территориях. Завышенным содержанием этих элементов характеризуются почвы у гипермаркета строительных материалов «ЦСК» (образец № 5). Так, здесь содержание Си в почвах составляет около 55 мг/кг, что соответствует ПДК и относится к низкому уровню загрязнения. Содержание Си на территории произрастания других деревьев, с которых взяты образцы пыльцы, варьирует в меньших пределах (30–40 мг/кг) и соответствует фоновым для г. Петрозаводска значениям (рис. 3, Б).

Таким образом, даже при равных условиях выявляется некоторая связь между состоянием компонентов природной среды и показателями тератоморфности пыльцы ольхи серой.

Исследования реакции пыльцы на действие неблагоприятных факторов среды доступны и не требуют большого количества реактивов. Однако наблюдения и их обработка в течение одного года не дают полной картины, так как важно посмотреть динамику процессов загрязнения окружающей среды. Для более достоверно полученных результатов требуется многолетний мониторинг. Продуцирование растением большого количества патологически развитой пыльцы говорит о неблагоприятной экологической обстановке. Причиной формирования стерильной пыльцы ольхи серой также может быть раннее цветение, когда перепады температур воздуха в течение суток велики. Данные результаты по стерильности и тератоморфности пыльцы ольхи серой носят предварительный характер, необходимы дополнительные исследования.

ЛИТЕРАТУРА

Дзюба О. Ф. Палиноиндикация качества окружающей среды. СПб., 2006.

Кайгородов Р. В., Новоселова Л. В., Мозжерина Е. В. Загрязнение почв придорожных газонов г. Перми тяжелыми металлами, их распределение в вегетативных и генеративных органах и влияние на фертильность и линейные размеры пыльцевых зерен *Taraxacum Officinale S.L* // Вестник Пермского Университета, сер. Биология. 2010. № 3.

Лантратова А. С. Деревья и кустарники Карелии: Определитель. Петрозаводск, 1991. 232 с.

Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. 4-е изд. М., 1988. 271 с.

Рыбаков Д. С., Крутских Н. В., Шелехова Т. С. и др. Климатические и геохимические аспекты формирования экологических рисков в Республике Карелия. СПб., 2013. 130 с.

http://rp5.ru/Архив_погоды_в_Петрозаводске.